

AA

**Passive optical fiber network system**

**Publication number:** CN1244751  
**Publication date:** 2000-02-16  
**Inventor:** MEI YUNMING (CN); ZENG GUOWANG (CN); REN XUEBIN (CN)  
**Applicant:** HUAWEI TECH CO LTD (CN)  
**Classification:**  
- international: **H04B10/12; H04B10/12; (IPC1-7): H04B10/12**  
- european:  
**Application number:** CN19981013309 19980806  
**Priority number(s):** CN19981013309 19980806

[Report a data error here](#)**Abstract of CN1244751**

Of the passive optical fiber network system, the near-end optical fiber line terminal OLT includes data processor, range finding counter, fast bit synchronizer, frame timing generator, etc.; and the far-end optical fiber network unit ONU includes delayer, transmission delaying positioner and data processor. The system has very short complex frame for simple frame structure, and this can raise the system performance while shorting the re-synchronizing period of the system and makes range finding circuit easy to realize with simplified hardware structure and low cost.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

AA

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H04B 10/12

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98113309.6

[43]公开日 2000年2月16日

[11]公开号 CN 1244751A

[22]申请日 1998.8.6 [21]申请号 98113309.6

[71]申请人 深圳市华为技术有限公司

地址 518057 广东省深圳市科技工业园华为用服中心

[72]发明人 梅运明 曾国旺 任雪斌

[74]专利代理机构 深圳市顺天达专利代理有限公司

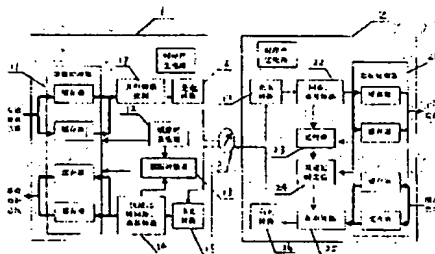
代理人 郭伟刚

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

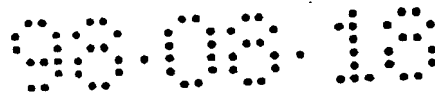
[54]发明名称 无源光纤网络系统

[57]摘要

一种无源光纤网络系统,其中近端光纤线路终端 OLT(1)包括:数据处理器(11)、测距计数器(13)、快速比特同步器(14)、帧定时发生器(12)等,远端光纤网络单元 ONU(2)包括:延时器(23)、发送延时定位器(24)、数据处理器(21)。本发明的系统将复帧长度取得很短使帧结构得以简化,在缩短系统再同步时间的同时提高了系统的性能,并使测距电路易于实现,简化了硬件结构和成本。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

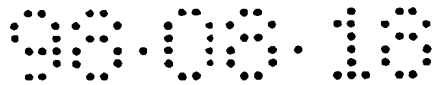
---

1、一种无源光纤网络系统，包括多个通过无源光分配网络(3) 3 连接到一个近端光纤线路终端(1)的远端光纤网络单元(2)，所述无源光分配网络(3)包括上、下行传送光纤和多个无源光分路器，所述无源光分路器用于对来自近端 OLT(1)的下行光信号进行无源光功率分配并以广播方式传给各远端 ONU(2)以及对来自各远端 ONU 的上行突发光信号进行无源光耦合并形成上行信号传给近端 OLT(1)，其特征在于：

所述近端光纤线路终端 OLT(1)包括数据处理器(11)、帧定时发生器(12)、测距计数器(13)、快速比特同步器(14)、电光转换器(15)、光电转换器(16)和并串转换扰码单元(17)，所述数据处理器(11)用于将总线格式的发送数据转换为一定的复帧格式，所产生的复帧格式数据经过并串转换和扰码单元 17 处理后由电光转换单元(15)转换后送至下行光纤，以广播方式传给各远端光纤网络单元 ONU(2)，所述光电转换器(16)用于对上行的光信号进行光电变换，再由快速比特同步器(14)对经过光电转换的上行数据进行同步处理，处理后的数据送往数据处理器(11)，将其转换为数据总线格式输出到业务接口模块，所述帧定时发生器(12)产生下行帧定位时标用于控制所述数据处理器 11，以及用于在对 ONU(2)进行延时测距时，作为计数定标指示，启动和复位测距计数器(13)，

所述远端光纤网络单元 ONU(2)，包括数据处理器(21)、同步串并转换单元(22)、延时器(23)、发送延时定位器(24)、并串转换单元(25)、电光转换器(26)及光电转换器(27)，所述光电转换器(27)用于将来自 OLT(1)广播的下行光信号进行光电经转换，所述同步电路(22)用于对光电转换器(27)输出的信号进行同步处理，所述数据处理器(21)用于对经同步处理后的数据进行解复用处理及转换为用户数据输出，所述数据处理器(21)还用于对来自用户端的要发送的用户数据进行处理转换为一定格式的突发信号，在发送延时定位信号控制下，送往电光转换器(26)，在预定时隙内转换为光信号发给近端 OLT(1)，所述数据处理器(21)还从下行数据中提取延时信息，控制延时器(23)的延时值，供发送延时定位器(24)产生发送延时定位信号，使得上行突发信号可在预定时隙内发送。

2、根据权利要求 1 所述的无源光纤网络系统，其特征在于，所



述快速比特同步器 (14) 包括:

时钟信号产生装置, 用于产生四路两两相差 90 度的时钟信号 TK1-TK4 的装置,

最佳时钟信号形成装置, 用于分别对所接收到的远端突发数据进行相位判决并从所述时钟信号产生装置产生的时钟信号中选出接收数据最佳相位的时钟 TKi 作为该突发数据的接收数据时钟的装置,

同步装置, 用于将由所述最佳时钟信号形成装置产生的时钟信号作为时钟对上行信号进行快速比特同步。

3、根据权利要求 1 所述的无源光纤网络系统, 其特征在于, 所述一定格式的下行复帧包括: 含有复帧同步特征码的帧头部 (MHEAD) 以及多个子帧 (SDi), 每个子帧包括用于传输数据的净荷字段 (DATA)、用于构成下行公务通道的字段 (CMD), 用于插入 “0”、“1” 序列时钟数据信号的保留字段 (IDL)。

4、根据权利要求 1 所述的无源光纤网络系统, 其特征在于, 所述一定格式的上行复帧包括含有复帧同步特征码的帧头部 (MHEAD) 以及多个子帧 (SDi), 每个子帧包括用于传输数据的净荷字段 (DATA)、用于构成上行保护间隔的保护字段 (GUARD), 用于构成上行公务通道的字段 (CMD), 用于远端 OUN 以突发模式开/启光发射机保护比特和供局端 OTL 进行突发信号接收幅度判决的引导字段 (LEAD), 用于供局端 OLT 进行快速比特同步的时钟校准特征码字段 (CPA), 用于供 OLT 进行数据同步的同步码字段 (SYN), 还包括保留字段 (IDL)。

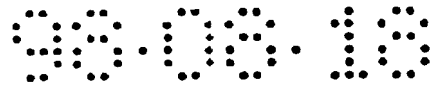
5、根据权利要求 1 所述的无源光纤网络系统, 其特征在于: 在测距中, 由所述 OLT (1) 向指定 ONU (2) 发送包含在长度为 L 的复帧内的测距命令 (SYNA); 所述指定的 ONU 在收到所述测距命令后以自身恢复的下行帧同步信号 (SYNB) 为基准, 发出一个包含特征码流串的测距信号 (SYNE); 所述 OLT 由自身的下行帧同步信号 (SYNA) 启动并复位延时计数器, 同时开始搜索测距信号 (SYNE), 如搜索到有来自所述 ONU 的所述测距信号时则停止记数, 根据所测得的计数值 N, 推算出所述 ONU 的 L-N 延时值, 其中, 所述测距信号是由帧定时发生器产生的同步信号。

6、一种无源光纤网络系统, 包括多个通过无源光分配网络 ODN (3) 连接到一个近端光纤线路终端 OLT (1) 的远端光纤网络单元 ONU (2), 其特征在于:

所述近端光纤线路终端 OLT (1) 包括:

数据处理器 (11),

测距计数器 (13),



快速比特同步器（14），用于对经过光电转换的上行数据进行同步处理，

帧定时发生器（12），用于产生控制数据处理器（11）的下行帧定位时标以及作为计数定标指示的信号，用于在对 ONU 进行延时测距时启动和复位所述测距计数器（13），

所述远端光纤网络单元 ONU（2）包括：

延时器（23），

发送延时定位器（24），

数据处理器（21），用于对经同步处理后的数据进行解复用处理及转换为用户数据输出，还用于对来自用户端的要发送的用户数据进行处理转换为一定格式的突发信号，在发送延时定位信号控制下，送往电光转换器（26），在预定时隙内转换为光信号发给近端 OLT（1），所述数据处理器（21）还从下行数据中提取延时信息，控制延时器（23）的延时值，供所述发送延时定位器（24）产生发送延时定位信号，使得上行突发信号可在预定时隙内发送。

7、根据权利要求 6 所述的无源光纤网络系统，其特征在于，所述快速比特同步器（14）包括：

时钟信号产生装置，用于产生四路两两相差 90 度的时钟信号 TK1-TK4 的装置，

最佳时钟信号形成装置，用于分别对所接收到的远端突发数据进行相位判决并从所述时钟信号产生装置产生的时钟信号中选出接收数据最佳相位的时钟 TKi 作为该突发数据的接收数据时钟的装置，

同步装置，用于将由所述最佳时钟信号形成装置产生的时钟信号作为时钟对上行信号进行快速比特同步。

8、根据权利要求 6 所述的无源光纤网络系统，其特征在于，所述一定格式的下行复帧包括：含有复帧同步特征码的帧头部（MHEAD）以及多个子帧（SDi），每个子帧包括用于传输数据的净荷字段（DATA）、用于构成下行公务通道的字段（CMD），用于插入“0”、“1”序列时钟数据信号的保留字段（IDL）。

9、根据权利要求 6 所述的无源光纤网络系统，其特征在于，所述一定格式的上行复帧包括含有复帧同步特征码的帧头部（MHEAD）以及多个子帧（SDi），每个子帧包括用于传输数据的净荷字段（DATA）、用于构成上行保护间隔的保护字段（GUARD），用于构成上行公务通道的字段（CMD），用于远端 ONU 以突发模式开/启光发射机保护比特和供局端 OLT 进行突发信号接收幅度判决的引导字段（LEAD），用于供局端 OLT 进行快速比特同步的时钟校准特征码字段（CPA），用于供 OLT 进行数据同步的同步码字段（SYN），还包

括保留字段 (IDL)。

10、根据权利要求 6 所述的无源光纤网络系统，其特征在于：在测距中，由所述 OLT 1 向指定 ONU2 发送包含在长度为 L 的复帧内的测距命令 (SYNA)；所述指定的 ONU 在收到所述测距命令后以自身恢复的下行帧同步信号 (SYNB) 为基准，发出一个包含特征码流串的测距信号 (SYNE)；所述 OLT 由自身的下行帧同步信号 (SYNA) 启动并复位延时计数器，同时开始搜索测距信号 (SYNE)，如搜索到有来自所述 ONU 的所述测距信号时则停止记数，根据所测得的计数值 N，推算出所述 ONU 的 L-N 延时值，其中，所述测距信号是由帧定时发生器产生的同步信号。



## 说明书

### 无源光纤网络系统

本发明属于光纤通信领域，涉及无源光纤网络的系统结构、组网方式以及具体实现技术。

无源光纤网络 PON (Passive Optical Network) 是光纤接入网的一种。它采用时分复用/时分多址 (TDM/TDMA) 技术、快速时钟同步技术、测距技术以及无源光分路技术，能够实现光纤到路边 (FTTC)，光纤到大楼 (FTTB) 和光纤到户 (FTTH)。由于 PON 的网络结构中没有有源电子设备，使其具有较高的网络可靠性、对业务透明、易于升级以及运行维护费用低等特点，适用于分散的住宅区、商业区等地方。

每个无源光纤网络 PON 系统由一个近端光纤线路终端 (OLT)、多个远端光网络单元 ONU (远端)，以及无源光分配网络 ODN 构成，组成一种星型的网络结构。PON 的下行信号采用时分复用 (TDM) 技术，近端光纤线路终端 (OLT) 将各业务源送来的信号，经过时分复用、电光转换后，送至下行光纤，在光分路耦合器处进行功率分配后，以广播形式传给各远端光纤网络单元 (ONU)；ONU 将光信号变换成电信号，并且从时分复用信号中分离出本地的信号，送给用户。PON 的上行信号采用时分多址 (TDMA) 技术，各个本地用户信号，在 ONU 处变换成突发模式脉冲串光信号，经由光分路耦合器耦合送到 OLT。可以看出，信号分路、耦合以光的形式进行，且分支点处的光分路耦合器可放到室外，不受电磁等干扰影响，网络可靠性高，易于升级和维护。

由于从近端 OLT 到各远端 ONU 的距离不同，则从光分路耦合器到各 ONU 的光纤长度也就不同，再加上温度变化等环境因素影响，各个 ONU 响应的延迟也就不同，而各 ONU 来的上行信号需在光耦合器处汇合，因此 OLT 必须控制每个 ONU 信号输出的时间，以使从 ONU 来的信号不致于冲突。为达到这个目的，OLT 在通信一开始就得对每个 ONU 的距离延时进行检测，并且给每个 ONU 指定一个信号输出时间，这个过程即所谓测距，然后把测到延时值通过下行信号传给远端 ONU，ONU 根据接收到的延时值进行延迟调整，调整完毕之后才发送上行突发脉冲串信号。

无源光纤网络 PON 的实现方法有多种，比较典型的方法如英国电信公司的 TPON 系统。





TPON 系统复帧长为 10ms, 包含 1 个大的帧头 HEAD 和 80 个正常有效数据帧 BFi, 其中帧头 HEAD 长 250  $\mu$  S, 用于上行测距和下行同步, 80 个子帧 BFi 用于承载有效负荷数据和系统开销, 子帧数据采用比特间插方式组帧。

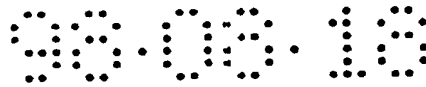
TPON 系统复帧帧头 HEAD 中包括静态测距窗口 (Static Ranging Window, SWD) 和动态测距窗口 (Dynamic Ranging Window, DWD), 静态测距主要在系统初始化或新加入一 ONU 时实施, 动态测距主要在平时对各 ONU 进行微测调整。进行测距时, 由 OLT 向 ONU 发一测距命令, 同时启动计数器进行计数; ONU 收到测距命令后, 立即在测距窗口内向 OLT 发一单脉冲测距信号; OLT 利用高速 A/D 转换器检测并分析 ONU 发来的单测距脉冲的相位, 检测到则停止计数, 该计数器的计数值即为相应 ONU 的延时数值, 为了不影响正常数据, 整个测距过程均在 HEAD 中完成。在以上所述的 TPON 系统中, 存在下列不足: 1) 其复帧长达 10ms, 当复帧同步丢失时, 再同步时间较长, 影响了某些实时业务的承载运输; 2) 其复帧长达 10ms, 以系统速率为 20.48Mb/s 计算, 整个复帧包含 204,800 个比特, 帧结构极为复杂, 实现较困难; 3) 其测距同步采用单脉冲搜索方式, 实现需额外的高速 A/D 采样电路, 测距系统复杂; 4) 其子帧数据采用比特间插方式组帧, 这要求系统测距精度达 0.1bit, 对测距及控制系统要求太高, 不易实现; 5) 其子帧采用比特间插方法, 系统抖动较大。

本发明的目的在于提供一种无源光纤网络系统, 这种系统可以克服现有技术的上述缺点, 所采用的延时测距方法在简化系统的基础上, 缩短了复帧长度, 从而避免因复帧较长、测距区过长带来的例如信号抖动等诸多问题。

本发明的另一目的在于提供一种无源光纤网络系统, 这种系统在改进的延时测距方法及所提出的系统帧结构的基础上, 克服了 TPON 系统中由于复帧长度过长, 不易再同步, 结构复杂, 不易电路实现的缺点, 而且, 在本发明提供的系统中, 无需设置任何附加电路, 只要用通常的同步电路便可实现测距, 简化了系统硬件结构。

按照本发明提供的一种无源光纤网络系统, 包括多个通过无源光分配网络 (ODN) 3 连接到一个近端光纤线路终端 (OLT) 1 的远端光纤网络单元 (ONU) 2, 所述无源光分配网络 3 包括上、下行传送光纤和多个无源光分路器, 所述无源光分路器用于对来自近端 OLT 的下行光信号进行无源光功率分配并以广播方式传给各远端 ONU 以及对来自各远端 ONU 的上行突发光信号进行无源光耦合并形成上行信号传给近端 OLT, 其特征在于:

所述近端光纤线路终端 OLT 包括数据处理器 11、帧定时发生器 12、测距计数器 13、快速比特同步器 14、电光转换器 15、光电转



换器 16 和并串转换扰码单元 17, 所述数据处理器 11 用于将总线格式的发送数据转换为一定的复帧格式, 所产生的复帧格式数据经过并串转换和扰码单元 17 处理后由电光转换单元 15 转换后送至下行光纤, 以广播方式传给各远端光纤网络单元 ONU, 所述光电转换器 16 用于对上行的光信号进行光电变换, 再由快速比特同步器 14 对经过光电转换的上行数据进行同步处理, 处理后的数据送往数据处理器 11, 将其转换为数据总线格式输出到业务接口模块, 所述帧定时发生器 12 产生下行帧定位时标用于控制所述数据处理器 11, 以及用于在对 ONU 进行延时测距时, 作为计数定标指示, 启动和复位测距计数器 13,

所述远端光纤网络单元 (ONU) 2, 包括数据处理器 21、同步串并转换单元 22、延时器 23、发送延时定位器 24、并串转换单元 25、电光转换器 26 及光电转换器 27, 所述光电转换器 27 用于将来自 OLT 广播的下行光信号进行光电经转换, 所述同步电路 22 用于对光电转换器 27 输出的信号进行同步处理, 所述数据处理器 21 用于对经同步处理后的数据进行解复用处理及转换为用户数据输出, 所述数据处理器 21 还用于对来自用户端的要发送的用户数据进行处理转换为一定格式的突发信号, 在发送延时定位信号控制下, 送往电光转换器 26, 在预定时隙内转换为光信号发给近端 OLT, 所述数据处理器 21 还从下行数据中提取延时信息, 控制延时器 23 的延时值, 供发送延时定位器 24 产生发送延时定位信号, 使得上行突发信号可在预定时隙内发送。

按照本发明提供的无源光纤网络系统, 其特征在于, 所述快速比特同步器 14 包括:

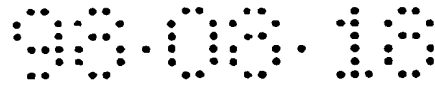
时钟信号产生装置, 用于产生四路两两相差 90 度的时钟信号 TK1-TK4 的装置,

最佳时钟信号形成装置, 用于分别对所接收到的远端突发数据进行相位判决并从所述时钟信号产生装置产生的时钟信号中选出接收数据最佳相位的时钟 TKi 作为该突发数据的接收数据时钟的装置,

同步装置, 用于将由所述最佳时钟信号形成装置产生的时钟信号作为时钟对上行信号进行快速比特同步。

按照本发明提供的无源光纤网络系统, 其特征在于, 所述一定格式的下行复帧包括: 含有复帧同步特征码的帧头部 (MHEAD) 以及多个子帧 (SDi), 每个子帧包括用于传输数据的净荷字段 (DATA)、用于构成下行公务通道的字段 (CMD), 用于插入 “0”、“1” 序列时钟数据信号的保留字段 (IDL)。

按照本发明提供的无源光纤网络系统, 其特征在于, 所述一定



格式的上行复帧包括含有复帧同步特征码的帧头部 (MHEAD) 以及多个子帧 (SDi), 每个子帧包括用于传输数据的净荷字段 (DATA)、用于构成上行保护间隔的保护字段 (GUARD), 用于构成上行公务通道的字段 (CMD), 用于远端 OUN 以突发模式开/启光发射机保护比特和供局端 OTL 进行突发信号接收幅度判决的引导字段 (LEAD), 用于供局端 OLT 进行快速比特同步的时钟校准特征码字段 (CPA), 用于供 OLT 进行数据同步的同步码字段 (SYN), 还包括保留字段 (IDL)。

按照本发明提供的无源光纤网络系统, 其特征在于: 在测距中, 由所述 OLT 1 向指定 ONU2 发送包含在长度为 L 的复帧内的测距命令 (SYNA); 所述指定的 ONU 在收到所述测距命令后以自身恢复的下行帧同步信号 (SYNB) 为基准, 发出一个包含特征码流串的测距信号 (SYNE); 所述 OLT 由自身的下行帧同步信号 (SYNA) 启动并复位延时计数器, 同时开始搜索测距信号 (SYNE), 如搜索到有来自所述 ONU 的所述测距信号时则停止记数, 根据所测得的计数值 N, 推算出所述 ONU 的 L-N 延时值, 其中, 所述测距信号是由帧定时发生器产生的同步信号。

按照本发明提供的无源光纤网络系统, 包括多个通过无源光分配网络 (ODN) 3 连接到一个近端光纤线路终端 (OLT) 1 的远端光纤网络单元 (ONU) 2, 其特征在于:

所述近端光纤线路终端 (OLT) 1 包括:

数据处理器 11,

测距计数器 13,

快速比特同步器 14, 用于对经过光电转换的上行数据进行同步处理,

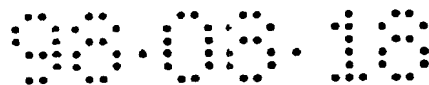
帧定时发生器 12, 用于产生控制数据处理器 11 的下行帧定位时标以及作为计数定标指示的信号, 用于在对 ONU 进行延时测距时启动和复位所述测距计数器 13,

所述远端光纤网络单元 (ONU) 2 包括:

延时器 23,

发送延时定位器 24,

数据处理器 21, 用于对经同步处理后的数据进行解复用处理及转换为用户数据输出, 还用于对来自用户端的要发送的用户数据进行处理转换为一定格式的突发信号, 在发送延时定位信号控制下, 送往电光转换器 26, 在预定时隙内转换为光信号发给近端 OLT, 所述数据处理器 21 还从下行数据中提取延时信息, 控制延时器 23 的延时值, 供所述发送延时定位器 24 产生发送延时定位信号, 使得上行突发信号可在预定时隙内发送。



按照本发明提供的无源光纤网络系统，其特征在于，所述快速比特同步器 14 包括：

时钟信号产生装置，用于产生四路两两相差 90 度的时钟信号 TK1-TK4 的装置，

最佳时钟信号形成装置，用于分别对所接收到的远端突发数据进行相位判决并从所述时钟信号产生装置产生的时钟信号中选出接收数据最佳相位的时钟 TKi 作为该突发数据的接收数据时钟的装置，

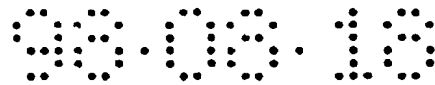
同步装置，用于将由所述最佳时钟信号形成装置产生的时钟信号作为时钟对上行信号进行快速比特同步。

按照本发明提供的无源光纤网络系统，其特征在于，所述一定格式的下行复帧包括：含有复帧同步特征码的帧头部（MHEAD）以及多个子帧（SDi），每个子帧包括用于传输数据的净荷字段（DATA）、用于构成下行公务通道的字段（CMD），用于插入“0”、“1”序列时钟数据信号的保留字段（IDL）。

按照本发明提供的无源光纤网络系统，其特征在于，所述一定格式的上行复帧包括含有复帧同步特征码的帧头部（MHEAD）以及多个子帧（SDi），每个子帧包括用于传输数据的净荷字段（DATA）、用于构成上行保护间隔的保护字段（GUARD），用于构成上行公务通道的字段（CMD），用于远端 OUN 以突发模式开/启光发射机保护比特和供局端 OTL 进行突发信号接收幅度判决的引导字段（LEAD），用于供局端 OLT 进行快速比特同步的时钟校准特征码字段（CPA），用于供 OLT 进行数据同步的同步码字段（SYN），还包括保留字段（IDL）。

按照本发明提供的无源光纤网络系统，其特征在于：在测距中，由所述 OLT 1 向指定 ONU2 发送包含在长度为 L 的复帧内的测距命令（SYNA）；所述指定的 ONU 在收到所述测距命令后以自身恢复的下行帧同步信号（SYNB）为基准，发出一个包含特征码流串的测距信号（SYNE）；所述 OLT 由自身的下行帧同步信号（SYNA）启动并复位延时计数器，同时开始搜索测距信号（SYNE），如搜索到有来自所述 ONU 的所述测距信号时则停止记数，根据所测得的计数值 N，推算出所述 ONU 的 L-N 延时值，其中，所述测距信号是由帧定时发生器产生的同步信号。

实施本发明提供的无源光纤网络系统 PON，由于所采用的复帧长取得很短，等于 125  $\mu$  S（标准 E1 接口的复帧周期），极大地简化了帧结构，从而缩短了系统的再同步时间，提高了系统的性能，克服了 TPON 系统中由于测距区过长导致的种种不足；系统子帧数据采用分组块传输方式组帧，对分组数据采取整帧缓存处理方式，可降



低系统信号抖动，且可降低系统对测距精度的要求，使测距电路易于实现；所采用的测距电路，无需任何附加电路，用通常的同步电路实现了测距，如快速比特同步器，发送延时定位器等，与正常的系统数据信号处理电路完全一致，在硬件上可统一起来，从而简化硬件结构，节约了硬件成本。

结合附图和实施例，进一步说明本发明系统的特点，附图中：

图 1 是无源光纤网络 PON 系统的结构示意图；

图 2 是说明在 PON 中近端线路终端 OLT 和远端光网络单元 ONU 的结构组成示意图；

图 3 是本发明的无源光纤网络系统所采用的系统帧的结构示意图。

图 4 是实现本发明系统中快速比特同步电路的一个实例。

下面结合附图，具体说明本发明的系统体系结构、快速比特同步电路、系统复帧结构、复帧形成电路和测距技术方面的特点。

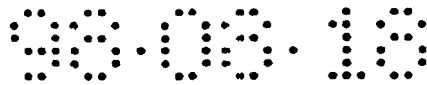
#### 1、系统体系结构

如图 1 所示，在一个无源光纤网络 PON 系统中，通过无源光分配网络 ODN，连接一个近端光纤线路终端（OLT）和多个远端光纤网络单元（ONU），组成一种星型的网络结构。

所述的无源光分配网络 ODN 由上、下行传送光纤（在本系统中为两纤，具体系统运用中也可上、下行通过复用方式合用一根光纤），和多个无源光分路耦合器（Splitter）构成，如图 1 所示。近端 OLT 送来的下行光信号，在光分路耦合器处进行无源光功率分配后，以广播方式传给各远端 ONU。各远端 ONU 送来的上行突发光信号，在光分路耦合器处进行无源光耦合，形成上行信号传给近端 OLT。

图 1 中的近端光纤线路终端 OLT，其结构组成如图 2 所示，包括数据处理器 11、帧定时发生器 12、测距计数器 13、快速比特同步器 14、电光转换器 15、光电转换器 16。各种业务数据经网络侧接口，送给各业务接口模块进行处理成数据总线格式；数据处理器 11 将发送数据总线转换为一定的复帧格式，在光接口模块上进行复接和电/光转换后送至下行光纤，以广播方式传给各远端光纤网络单元 ONU。对上行信号，OLT 先将各 ONU 在光分路耦合器处汇合送来的光信号，进行光/电变换；快速比特同步器 14 对经过光电转换的上行数据进行同步处理，处理后的数据送往数据处理器 11，转换为数据总线格式输出，送给业务接口模块处理成业务数据。帧定时发生器 12 产生下行帧定位时标控制数据处理器 11，在对 ONU 进行延时测距时，作为计数定标指示，启动和复位测距计数器 13。

图 1 中的远端光纤网络单元（ONU），其结构组成如图 2 所示，包括数据处理器 21、同步电路 22、延时器 23、发送延时定位器 24、



电光转换器 26 及光电转换器 27, 如图 2 所示。从 OLT 广播送来的下行光信号经光电转换器 27 后, 送同步电路 22 进行同步处理, 处理后的数据送往数据处理器 21, 经解复用处理后转换为用户数据输出。用户端送来的用户数据, 经数据处理器 21 处理后, 转换为一定格式的突发信号, 在发送延时定位信号控制下, 送往电光转换器 26, 在预定时隙内转换为光信号发给近端 OLT。数据处理器 21 还从下行数据中提取延时信息, 控制延时器的延时值, 供发送延时定位器 24 产生发送延时定位信号, 使得上行突发信号可在预定时隙内发送。

## 2、快速比特同步电路

快速比特同步电路 14 的实现, 如图 4 所示, 在局端 OLT 处, 将系统主时钟信号进行移相, 产生 4 路两两相差为 90 度的时钟 TK1、TK2、TK3 和 TK4, 分别对接收的远端突发数据进行相位判决, 选择相对接收数据具有最佳相位的时钟 TK<sub>i</sub>, 作为该突发数据的接收数据时钟, 完成快速时钟形成功能; 再以该时钟用普通的同步方法进行同步搜索, 完成上行信号的快速比特同步功能。

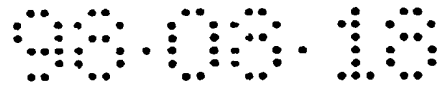
## 3、系统帧结构

系统下行采用时分复用 (TDMA) 技术, 上行采用时分多址 (TDM) 技术, 上、下行帧结构大致相同, 均采用分组块传输结构方式。采用块传输结构, 而不是采用比特间插结构, 可降低系统对测距精度的要求, 易于电路实现; 对分组数据采取整帧缓存处理方式, 可降低系统抖动。

系统速率为 67.584Mb/s, 复帧重复频率为 8KHz, 复帧长度为 125  $\mu$ S, 每复帧共 8448bits。具体帧结构如图 3 所示。系统净荷容量为 16\*2M, 每复帧由一个复帧头 MHEAD 和 16 个子帧 SD0-15 组成, 可以实现分光比从 1:1 到 1:16 的动态调整; MHEAD 共 2816bits, 每个子帧各 352bits。

下行复帧中 MHEAD 最后 8 个 BITS 为复帧同步特征码 '10111000', 供远端 ONU 接收复帧同步; 每个子帧中 DATA 为净荷, 占 264bits, 对应一个 2M 传输数据; 子帧 SD16 中 CMD 占 8 个比特, 形成一 64K 通道, 为下行公务通道; 其余所有比特为保留字段 IDL, 可插入 '0' '1' 序列的时钟数据信号, 方便远端 ONU 进行光路时钟提取。

上行复帧中 MHEAD 为测距脉冲容纳通道, 各 ONU 在其中发送测距信号进行测距; 每个子帧中 DATA 占 264bits 为净荷, 对应一个 2M 传输数据; CMD 占 8 个比特, 形成一 64K 通道, 为本 2M 信号所对应 ONU 的上行公务通道; GUARD 各占 16 比特, 为上行保护间隔, 用于防止不同 ONU 信息发生碰撞; 导引段 LEAD 占 16 比特, 为全 '1' 信号, 为远端 ONU 突发模式光发射机开/启保护比特, 和供局端 OLT 进行突发光信号接收幅度判决; 时钟校准特征码 CPA 占 8 比特, 码字



为 8 位巴克码 ‘11100101’，供局端 OLT 进行快速比特同步；同步码 SYN 占 8 比特，码字为 ‘11011000’，供 OLT 进行数据同步；IDL 为保留字段。

#### 4、复帧形成电路

数据处理及复帧的成帧映射，均由各 OLT 和 ONU 中的数据处理器 11 和 21 完成，其具体框图如图 2 所示。与业务端和用户端连接的接口，为数据总线格式，与光口连接的接口，是经串/并转换后的八位并行数据信号，输入数据处理器数据并行写入缓存器中，缓冲器中的数据经控制读出，并行的输出。为防止缓存器读写冲突，系统采用上下行各两缓存器进行整帧缓存的方式，当数据由一缓存器写入时，控制信号使系统由另一缓冲器读取数据，时序产生电路生成所需的各种控制信号，进行地址倒换和读写控制。

#### 5、测距技术

在 PON 系统中，上行用 TDMA 技术，各 ONU 的上行数据在光分路耦合器处汇合，送到近端 OLT。由于从光分路耦合器到各个 ONU 的光纤长度不同，各个 ONU 响应的延迟也就不同，为使数据在光分路耦合器处不至发生碰撞，需对各 ONU 指定一延时值，以抵消因光耦合器至各 ONU 距离不同而带来的时延差别。为达到这个目的，OLT 在通信一开始就得对每个 ONU 进行测距定时并且给每个 ONU 指定一个信号输出时间，ONU 根据延迟定时控制进行延迟调整，调整完毕之后才发送上行突发脉冲串信号；由于独特的测距模型设计，测距时并不要求 ONU 有快速的反应时间，提高了测距精度并同时降低了电路设计难度。

测距分静态测距 (Static Ranging) 和动态测距 (Dynamic Ranging)，静态测距主要在系统初始化或新加入一 ONU 时实施，其测距窗口为整个复帧范围；动态测距主要在平时对各 ONU 进行微调，其测距窗口为测距头 MHEAD。具体的定时测距过程为：

首先，OLT 根据各 ONU 实际距离分别预定一预延时值，测距时 OLT 发下行测距命令和相应预延时值到特定 ONU；该 ONU 接收下行信号码流，正常同步后提取复帧定位时钟，然后根据预延时值在上行每个复帧头 MHEAD 内发测距信号；OLT 用复帧定位脉冲启动和复位测距计数器，并同时以复帧定位脉冲为基准搜索 ONU 发来的测距信号，搜索到则停止计数，此计数值即为 ONU 的路时延值；ONU 以提取的复帧定位脉冲为基准，加上此路时延，再加上该 ONU 在复帧中具体子帧位置所需的固定时延，产生其发送允许脉冲，由此控制发上行数据。整个过程由硬件完成，同时由后台进行管理，根据测试结果对各个 ONU 进行时隙分配，以便进行时分多址控制。具体详细的测距实现过程可参见中国专利申请 98113186.7 公开的“<基于 TDMA

98.08.18

技术的无源光纤网络的延时测距方法”。



说明书附图

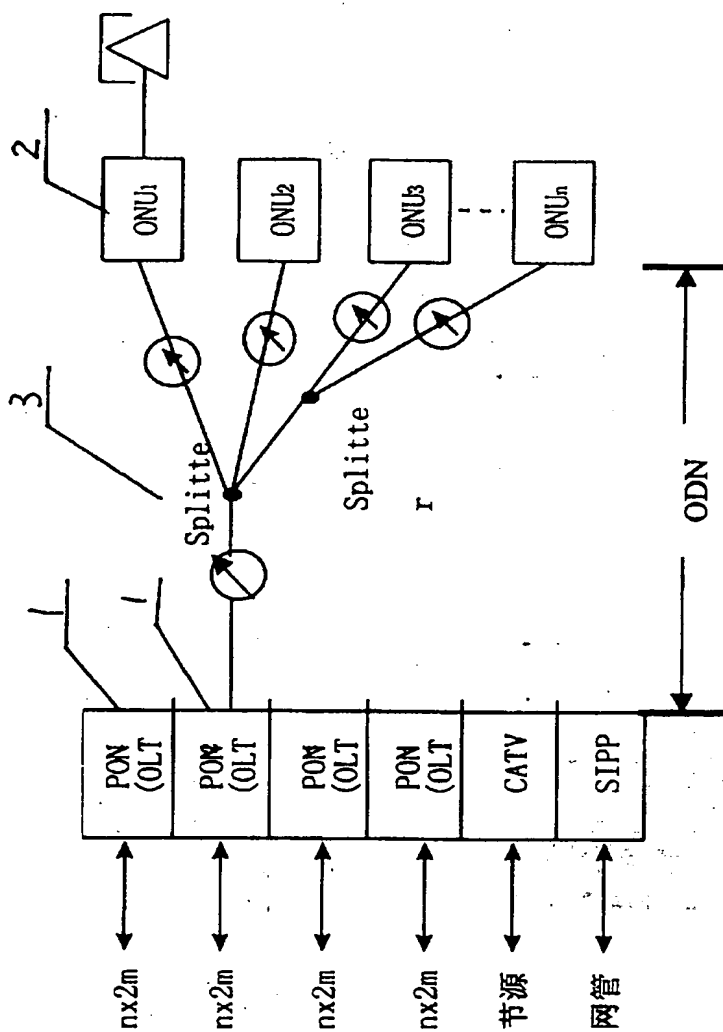


图 1

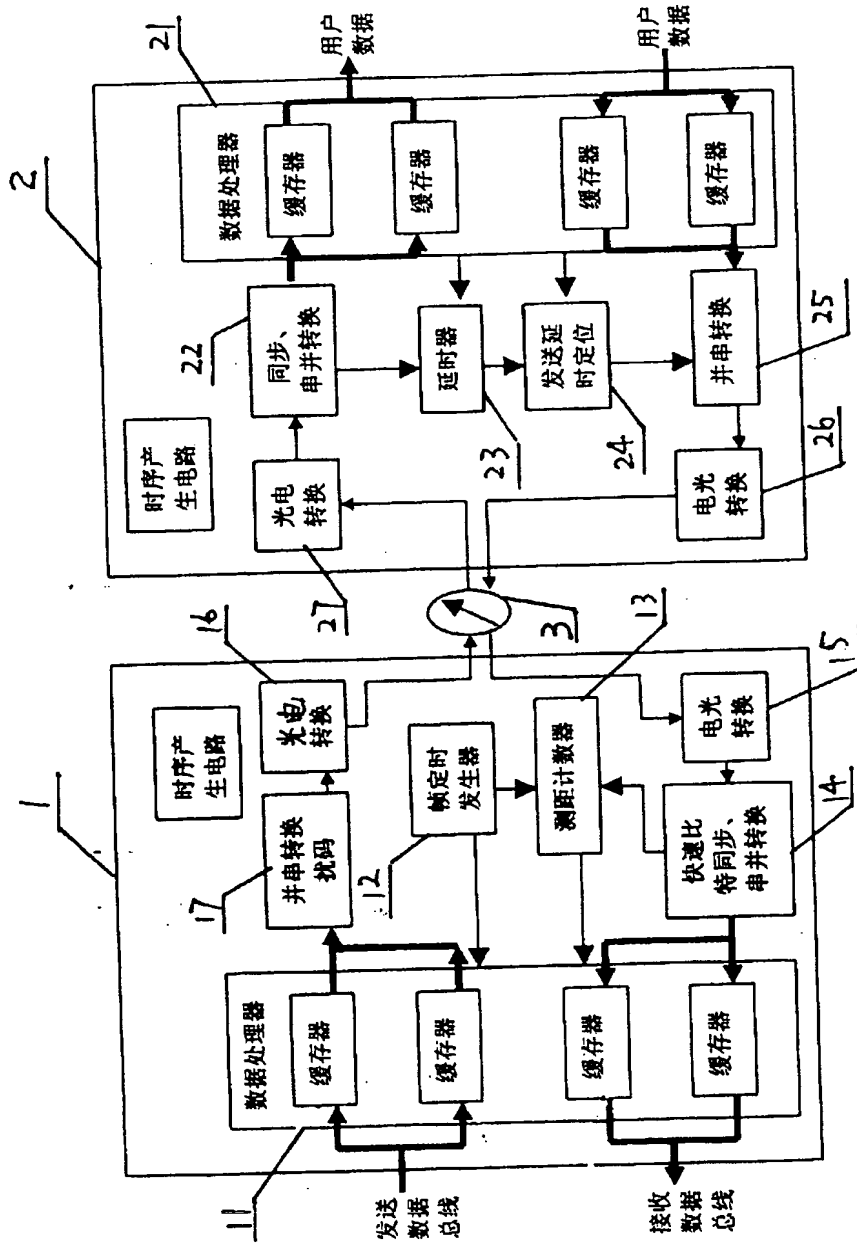


图 2

98.08.18

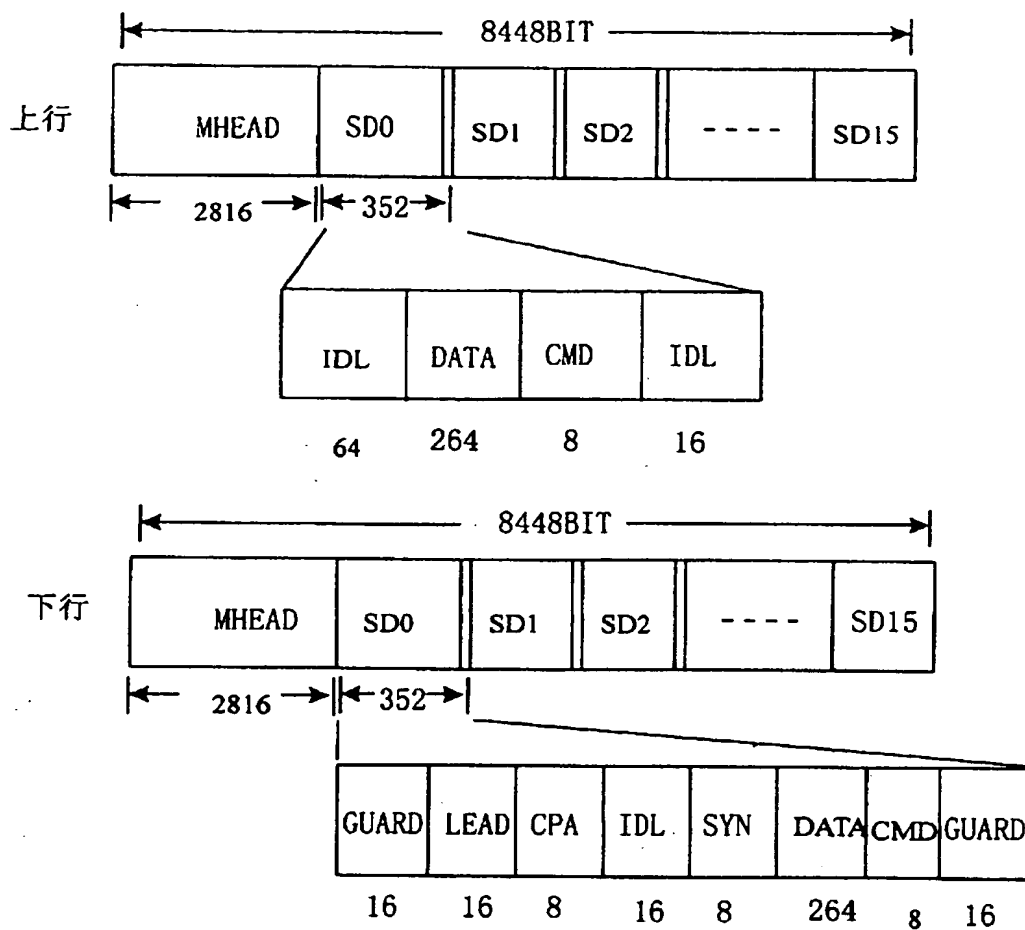


图 3

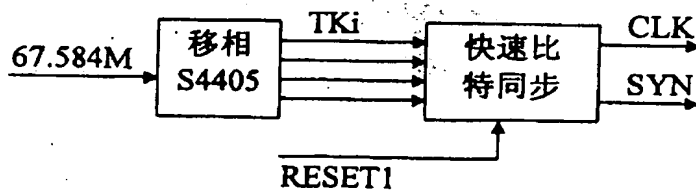


图 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**